

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 10 日現在

機関番号：24201

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580256

研究課題名（和文） 水田農業における地球温暖化防止策の展開方向と農業環境政策の発展に関する研究

研究課題名（英文） A study on the mitigation measures of climate change on paddy field rice production and the evolution of agri-environmental policy.

研究代表者

富岡昌雄（TOMIOKA MASAO）

滋賀県立大学・環境科学部・教授

研究者番号：20074081

研究成果の概要（和文）：水稲作農業は土壌からの大量のメタン放出を伴うので、農薬・化学肥料投入量の削減という、農業環境政策においてこれまで重視されてきた対策は、気候変動緩和策としてはあまり効果がなく、中干し期間の延長や間断灌漑の導入等、メタン放出量削減にねらいを定めた対策が必要であることを、温室効果ガス排出量のライフサイクル評価や水田からのメタン放出量の実測によって明らかにした。

研究成果の概要（英文）：We assessed life cycle greenhouse gas emissions from rice paddy production and measured methane emissions from paddy fields. Our results show that the reduction of methane emissions from paddy fields is significant for mitigating global warming caused by rice paddy production. Midseason drainage prolongation and intermittent irrigation are the effective means for contributing climate change mitigation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
22 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
23 年度	600,000	180,000	780,000
24 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業経済学

キーワード：農業と環境

1. 研究開始当初の背景

1980 年代に西ヨーロッパで始まった農業環境政策は野生生物・生態系の保護と景観の保全に重点を置いてきた。我が国でも 21 世紀になると環境保全が農政の基本に置かれるようになったが、その主な目標は農薬・化学肥料施用量の削減であった。滋賀県は「環境こだわり農産物」の認証・表示制度と、環境こだわり農産物を生産する生産者への直接支払施策を導入したが、その認証基準は農

薬・化学肥料使用量の削減と濁水排出の防止であって、温室効果ガスの排出削減は明示されていなかった。水質保全など地域環境保護を主な目標として発展してきた農業環境政策に温暖化防止という地球環境保護目標を明示的に組み込むことが求められていた。

2. 研究の目的

農業環境政策に地球温暖化防止という環境保護目標を組み込むための方向性と政策

手法を、水稲作農業を対象として明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) ライフサイクル・アセスメント手法を用いて、水稲作における温室効果ガスのライフサイクル排出量を算定し、慣行栽培と比較する。

(2) 熱収支フラックス比法およびチャンバー法を用いて水田からのメタン放出量を測定し、間断灌漑による水田および冬季湛水・常時湛水栽培田からのメタン放出量を中干し1回の慣行水管理水田からのメタン放出量と比較する。

(3) IPCCの「国別温室効果ガス排出インベントリガイドライン」におけるティア1の方法を用いて水田土壌からの温室効果ガス放出量を算定し、農地管理方法の違いによる温室効果ガス放出量のちがいを比較する。

(4) 既存の算定例を利用して、輸入飼料用トウモロコシを国産米で代替した場合の温室効果ガス排出削減効果を算定する。

(5) 以上を取りまとめて、地球温暖化防止を政策目標に組み込んだ農業環境政策と米政策の在り方を考察する。

4. 研究成果

(1) ①慣行栽培における温室効果ガスのライフサイクル排出量を評価したところ、土壌からのメタン放出が32%を占めた。このことから、水稲作に伴う温室効果ガス排出量を削減するためには、メタンの放出量を削減することが重要であることが明らかとなった。ただし、使用された機械の製造に伴う二酸化炭素の排出はライフサイクル排出量に含めていない。

②減農薬・減化学肥料栽培の例として滋賀県のある環境こだわり米生産経営を、慣行栽培の代表として農林水産省『米生産費統計』近畿地区平均を取り上げ、米生産に伴う温室効果ガスのライフサイクル排出量を評価し、比較したところ、次の3点が明らかになった。第1に、化学合成農薬の延べ使用成分数を慣行の5割以下とする取り組みにおいて、温室効果ガス排出削減効果はきわめて小さかった。第2に、化学肥料の窒素分量を慣行の5割以下とする取り組みは、肥料からの温室効果ガス排出削減に有効であった。第3に、化学肥料の窒素分量を慣行の5割以下とする取り組みに伴う有機肥料投入は、水田からのメタン排出量の大幅な増加を引き起こした。以上より、減農薬・減化学肥料だけでは温室効果ガス削減効果はない（むしろ増加する可能性がある）ことが明らかになった。これは環境こだわり農産物栽培基準が温室効果ガス排出削減につながらないことを意味している。

(2) ①水稲の生育期間中に湛水・非湛水を6回繰り返して実施した間断灌漑田におけるメタン放出量と非湛水期間が10日間の中干し1回だけのメタン放出量とを実測し、比較した。その結果、間断灌漑は中干し1回に比べ、メタン放出量が45%削減されることが明らかになった。このことは中干し1回がすでに慣行技術となっている場合でも、中干しの回数を増やすことによってメタン放出量を相当程度削減しうることを意味している。

② 前年の10月4日から調査年の10月3日まで1年を通して常に湛水常態を維持した稲作田のメタン放出量を実測し、10日間の中干しを1回実施する慣行田と比較した。その結果、通年湛水田のメタン放出量は慣行田に比べて38%増大することが明らかになった。気温の低い冬季には湛水してもメタンの放出は少ないが、栽培期間中のメタン放出量が増えるためである。

野生生物の生息環境を改善するという目的で、水田の冬季湛水が推奨されている。通年湛水にこだわらず、適度に中干しを実施することによって、野生生物の生息環境をあまり損なわずに温室効果ガス排出の増加を抑えることは可能である。

なお、通年湛水と組み合わせて試みられている不耕起栽培の温室効果ガス排出抑制効果も測定する予定であったが、完全な不耕起状態を実現することができず、その効果を実証することはできなかった。

(3) IPCCガイドラインのティア1の方法を用いて、水田に緑肥作物を栽培して鋤込んだ場合の土壌からの温室効果ガス排出削減効果を推定した。その結果によると、グライ土壌を想定した場合、有機物の投入による炭素貯留効果として年当たり $1.95\text{t-CO}_2/\text{ha}$ を、20年間に渡って計上できるが、メタン放出量の増加として年当たり $0.80\text{t-CO}_2/\text{ha}$ を、永遠に計上し続けなければならないということが明らかになった。このことは、有機物投入による土壌への炭素貯留という対策が、メタン放出量の多い水稲作の場合、有効でないということを意味している。

(4) アメリカ産トウモロコシを輸入した場合の輸入港までの温室効果ガスライフサイクル排出量を国産食用米の生産に伴う排出量と比較した。本来なら国産飼料用米と比較すべきだが、計算例がないので食用米で代用した。その結果、輸入トウモロコシの温室効果ガス排出量が $464\text{kg-CO}_2/\text{トン}$ であるのに足して食用米は $1,129\text{kg-CO}_2/\text{トン}$ となった。このことは飼料用専用種を育成して単収が2倍になり、それに伴って単位重量当たり温室効果ガス排出量が2分の1になるとし

でも、飼料米の導入によって温室効果ガス排出量を削減することは難しいことを示唆している。なお、米の飼料価値がトウモロコシと遜色ないことは確認している。

(5)以上をもとに農業環境政策、米政策の在り方を考察した結果、次のような結論を得た。

①滋賀県の環境こだわり農産物認証基準に地球温暖化防止という環境保護目標を明示的に組み込むべきである。水稻作においては、メタンの放出を抑制するために、中干し期間の延長、間断灌漑の導入などを実施すべき技術のリストに付け加えるべきである。

②国が推奨している緑肥作物の作付と鋤き込みは、メタンの放出量を増やす一方、炭素貯留効果は期間が限られるので、地球温暖化防止策としては有効ではない。

③野生生物の生息環境を改善するとして進められている通年湛水栽培は、メタン放出量の極めて大きい栽培方法である。しかし、冬季は湛水しつつ適宜中干しを導入するなどすれば、メタン放出量をそれほど増やさずに野生生物の生息環境を改善しうるものと思われる。一時的な落水の導入は通年湛水によってもたらされる、圃場の耐え難い「沼化」を緩和させる効果も期待できる。

④コメはトウモロコシと比べてそんな色ない飼料価値を持つが、水稻作はメタンの放出を伴うので、輸入飼料用トウモロコシを国産飼料米で代替することによって温室効果ガス排出量を減らすことは期待できない。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① 増田清敬・富岡昌雄、環境こだわり農業における温室効果ガス排出の LCA 評価—水稻栽培を対象として—、『農林業問題研究』、査読有、第 190/191 号、印刷中
- ② 小谷廣通、金木亮一、須戸幹、岩間憲治、皆川明子、熱収支フラックス比法による気体フラックスの推定、農業農村工学会論文集、査読有、No.278、2012、73-80、
- ③ 山野薫、増田佳昭、生協における飼料米給与鶏卵へのとりくみ—コープしがのさくらたまご供給事業と組合員の評価を中心に—、農林業問題研究、査読有、第 47 巻第 1 号、2011、96-101
- ④ 増田清敬、富岡昌雄、茶栽培における温室効果ガス排出の LCA 評価、農業経営研究、査読有、第 49 巻第 3 号、2011、97-102
- ⑤ 増田佳昭、拡がる飼料用米の生産、ひょうご JCC、73 号、2010、12-12

[学会発表] (計7件)

- ① Masuda, K., Tomioka, M., Assessing the environmental impacts of environmentally friendly rice production in Japan: Resource consumption and global warming, Australian Agricultural and Resource Economics Society 57th Annual Conference, 5-8 February 2013, Sydney Convention and Exhibition Centre, Sydney, Australia
- ② 小谷廣通、小前陽、松岡知美、須江晴香、通気型非定常チャンバー法と熱収支フラックス比法による水田におけるメタンフラックスの比較、農業農村工学会、2012 年 9 月 18-19、北海道大学 (北海道)
- ③ 小谷廣通、本田佳那子、水田における間断灌漑によるメタン放出抑制効果、農業農村工学会、2011 年 9 月 7 日、九州大学 (福岡県)
- ④ 増田清敬、日本の作物栽培における地球温暖化ガスの吸収量と排出量の関係、日本作物学会 (招待講演)、2010 年 9 月 4-5 日、北海道大学 (北海道)
- ⑤ 小谷廣通、熱収支フラックス比法による気体フラックスの測定、農業農村工学会、2010 年 8 月 31 日、神戸大学 (兵庫県)
- ⑥ 山野薫・増田佳昭、生協における飼料米給与鶏卵へのとりくみ—コープしがのさくらたまご供給事業と組合員の評価を中心に—、地域農林経済学会、2010 年 10 月 23 日、京都大学 (京都府)
- ⑦ 増田清敬・富岡昌雄、立地条件の違いが茶栽培における温室効果ガス排出に及ぼす影響の LCA 評価—平坦地および山間地における比較—、日本農業経営学会、2010 年 9 月 16-19 日、秋田県立大学 (秋田県)

[図書] (計0件)

[その他]

(1)本研究の最終研究報告書として、滋賀県立大学環境共生システム研究センターから『水田農業における地球温暖化防止策の展開方向と農業環境政策の発展に関する研究』(A4・84頁)を刊行し、全国の大学研究者等に配布した。章タイトルと執筆者は以下の通り。

- 第1章 農業環境政策の発展と地球温暖化対策 (富岡昌雄)
- 第2章 環境こだわり稲作の温室効果ガス排出量推計 (増田清敬)
- 第3章 通年湛水・不耕起移植稲作のねらいと課題 (小池恒男)
- 第4章 冬季湛水・常時湛水栽培田からのメタン放出量 (小谷廣通)
- 第5章 飼料米による輸入飼料穀物代替の可能性 (岡野寛治)

第6章 地球温暖化防止と米政策（富岡昌雄）

(2)環境共生システム研究センターの2012年度研究発表会「農地・農業のGHG削減・吸収と低炭素社会」（期日：平成25年3月22日（金）、時間：14:00～17:00、会場：滋賀県立大学交流センター研修室1）において、本研究の研究協力者2名が以下のテーマで発表した。

増田清敬、環境こだわり農業は地球環境問題を緩和するか？—水稻栽培を例として—

小谷廣通、冬季湛水・常時湛水栽培田からのメタン放出量

6. 研究組織

(1)研究代表者

富岡 昌雄 (TOMIOKA MASAO)
滋賀県立大学・環境科学部・教授
研究者番号：20074081

(2)研究分担者

増田 佳昭 (MASUDA YOSHIAKI)
滋賀県立大学・環境科学部・教授
研究者番号：80173756
小谷 廣通(ODAI HIROMICHI)
滋賀県立大学・環境科学部・准教授
研究者番号：70105055
増田 清敬 (MASUDA KIYOTAKA)
滋賀県立大学・環境科学部・助教
研究者番号：20512768

(3)連携研究者

岡野 寛治 (OKANO KANNJI)
滋賀県立大学・環境科学部・教授
研究者番号：90074088

(4)研究協力者

小池 恒男 (KOIKE TSUNEO)
滋賀県立大学・名誉教授